جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره بیست و سوم، پائیز ۱۳۹۶

صص ۱۴۱- ۱۲۵

DOI: 10.22067/geo.v6i2.60466

مقابله با خشکیدگی جنگل‌های زاگرس با رویکردهای جمع آوری آب باران و حفظ رطوبت خاک به‌منظور مدیریت پیامدهای محیط زیستی آن

مسیب حشمتی[1]- استادیار پژوهشی مدیریت منابع سرزمین، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

محمد قیطوری- استادیار پژوهشی مرتعداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

مراد شیخ‌ویسی- کارشناس ارشد منابع طبیعی، اداره کل منابع طبیعی، کرمانشاه، ایران

محمود عربخدری- دانشیار پژوهشی آبخیزداری، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

مجید حسینی- دانشیار پژوهشی آبخیزداری، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۱ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۲/۱۵

چکیده

جنگل‌های بلوط زاگرس نقش ارزنده‌ای در تغذیه آب‌های زیر زمینی، پایداری کشاورزی، حفاظت خاک و کنترل سیل دارند. بااین‌وجود، تغییرات اقلیمی از جمله کاهش بارش موجب خشکیدگی بخش قابل توجهی از این منابع ارزشمند شده است. هدف از اجرای این تحقیق یافتن رویکردهای مناسب سازگاری با تغییرات اقلیمی به‌منظور کاهش شدت خشکیدگی درختان جنگلی از طریق استحصال آب باران و ذخیره آن در خاک بود که در بخشی از جنگل‌های استان کرمانشاه در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی انجام یافت. تیمارهای مورد آزمایش شامل بانکت+قرق، قرق، بانکت بدون قرق و شاهد با سه تکرار بودند. بانکت‌ها به‌طور منقطع و هلالی شکل به‌طول ۷ متر و فاصله تقریبی چهار متر به شکل زیگزاکی ایجاد شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال تیمار بانکت+قرق بعد از سه سال، موجب کاهش خشکیدگی ۳۷ پایه و احیای ۱۹ پایه در هکتار (در مقایسه با تیمار شاهد) گردید (درمجموع ۵۷ پایه). تیمار قرق گرچه موجب احیای پایه‌های خشکیده نگردید، اما موجب کاهش تشدید خشکیدگی به تعداد ۳۸ پایه در هکتار گردید. تأثیر تیمار بانکت بدون قرق منجر به کاهش خشکیدگی به تعداد شش پایه در هکتار به دلیل عدم حفاظت و چرای دام شد. نهایتاً افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک و بهبود جرم

[1] نویسنده مسئول: ۰۸۳۳-۸۳۸۳٤٦۰

Email: heshmati46@gmail.com

مخصوص ظاهری نیز بر اثر اعمال تیمارهای بانکت و قرق به دست آمد که به‌نوبه خود منجر بـه افـزایش ظرفیت ذخیره رطوبت خاک شدند. بر اساس نتایج این تحقیـق، فـائق آمـدن بـر خشـکیدگی جنگـل‌هـای زاگرس مستلزم مدیریت مستقیم و جامع جنگل‌ها با رویکردهایی مبتنی بر سازگاری با شـرایط خشکسـالی و حذف عوامل تخریب، به‌ویژه عوامل برهم زدن نیمرخ خاک مانند شخم و کاربرد ماشین‌آلات سـنگین در عرصه‌های جنگلی است. اساس این رویکردها حفظ رطوبت خاک، سازگاری با شرایط خشکسالی، حـذف عوامل تشدید خشکیدگی درختان جنگلی و تداوم پژوهش‌های بیشتر است.

کلیدواژه‌ها: بانکت‌های هلالی، خشکیدگی بلوط، رویکردهای سازگاری، رطوبت خاک.

۱. مقدمه

جنگل‌های بلوط زاگرس (*Quercus sp.*) نقش ارزنده‌ای در تغذیه آب‌های زیر زمینـی، تعـدیل هـوا، گردشـگری، محصولات فرعی، چرای دام، پایداری کشاورزی، حفاظت خاک و کنترل سیل دارند. از سویی بـه دلیـل قرارگیـری بـر روی سازندهای زمین‌شناسی مارنی و حساس به فرسایش با شیب بیش از ۱۵ درصد، نسبت بـه تخریـب آسـیب‌پـذیر هستند و روند فعلی خشکیدن و خشکاندن آن‌ها پیامدهای زیان‌باری پدید آورده که در صورت ادامه رونـد کنـونی بـه یک بیابان تبدیل خواهند شد.

پدیده خشکیدگی[1] تقریباً سراسر رویشگاه جنگلی زاگرس را با شدت‌های متفـاوت در بـر گرفتـه اسـت. بررسـی عوامل، پیامدها و راهکارهای مناسب در این زمینه یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. این جنگل‌ها علاوه بـر تغییـرات اقلیمی، در معرض تهدید جدی تغییر کاربری، شخم، چرای دام، آتش‌سوزی‌های عمدی، زغال‌گیـری، قاچـاق بـذر و فعالیت‌های غیر کشاورزی مانند معادن روباز، راه‌سازی و شبکه‌های گازرسـانی نیـز هسـتند (بـی‌نـام، ۱۳۹۲؛ سـپهوند، ۱۳۹۲).

از طرفی فشار بر روی منابع سرزمین بر اثر فعالیت‌های انسـانی در تغییـر سـاختار فیزیکـی آن (تغییـرات کـاربری، احداث سدها، تردد زیاد ماشین‌آلات، گسترش گونه‌های غیربومی، تخلیه مواد سمی در جنگل‌ها و بهـره‌بـرداری بـیش از حد از منابع آب را نیز نبایـد از نظـر دور داشـت (اباحسـین[2] و همکـاران، ۲۰۰۲: ٥٤٥–٥۲۱). در چنـین شـرایطی، جنگل‌های زاگرس علاوه بر تخریب، فرسایش و تضعیف زادآوری به تشدید خشکیدگی منجر شده اسـت (ملکیـان و همکاران، ۲۰۱۳: ٥–۱)، و دامنه نگرانی نیز به برخی جامعه محلی نیز سرایت نموده است و آن‌ها بنابر تجربـه خـود آن را به ترتیب اولویت معلول خشکسالی، آفات و بیماری، آتش‌سوزی و گرد و غبـار مـی‌داننـد (سـپهوند و زندبصـیری، ۲۰۱٤: ۲۳٤–۲۳۱).

1 Forest mortality
2 Abahussain

پدیده خشکیدگی جنگل‌های زاگرس یکی از تبعات قابل توجه تغییرات اقلیمی است که رونـد تغییـرات آن مـورد بررسی‌های مختلف قرارگرفته است. در این راستا، بررسـی رونـد تغییـرات متغیرهـای اقلیمـی در دوره پایـه ۱۹۷۱ تـا ۲۰۱۰ برای حوزه دریاچه ارومیه توسط بهمنش و همکاران (۱۳۹٤: ۹۱–۷۹)، نشان داد که کمبود بارش، کمبـود فشـار بخار هوا و مقدار تبخیر و تعرق و دمای هوا نسبت به بلندمدت افزایش یافته است. همچنین مقدار بـارش فصـل بهـار نسبت به میانگین بلند مدت کمتر شده است. علاوه بر این، به نظر می‌رسـد کـه افـزایش شـاخص‌های حـدی دمـا و بارش نیز در افزایش پدیده خشکیدگی بلوط مـؤثر بـوده اسـت. تحقیقـات محمـدی و تقـوی (۱۳۸٤: ۱۵۱–۱۷۲)، در مورد سری‌های زمانی روزانه دما و بـارش ایسـتگاه تهـران در دوره آمـاری ۲۰۰۳ – ۱۹۵۱ نشـان داد کـه دمـای هـوا روندی افزایشی داشته و در مقابل تعداد روزهای با دمای کمتر از صفر کاهش یافته است که به تشدید تبخیـر و تعـرق منجر می‌گردد. همچنین شاخص‌های حدی بارش نیز روند کاهشی داشته است.

برخی تحقیقات عوامل خشکیدگی بلوط را به پدیده گرد و غبار نسبت داده‌انـد. جلالـی و همکـاران (۱۳۸۹) در خلال بررسی مناطق منشأ، انتقال و استقرار توفان‌هـای گـرد و غبـار (ریزگردهـا) بـا اسـتفاده از تصـاویر مـاهواره‌ای و تحقیقات تکمیلی آن توسط گریوانی و همکاران[1] (۲۰۱۱: ۳۰۸–۲۹۷)، بـه دلایـل احتمـالی ریزگردهـا بـر خشـکیدگی بلوط غرب اشاره کرده‌اند. نتایج تحقیقات میری و همکاران (۲۰۰۷: ۱۰۵–۱۰۱)، نشان داد که شکل گـرفتن توفان‌هـای گرد و غبار به کاهش بارندگی، خشک شدن خاک و در نتیجه ایجاد گرد و غبار بیشتر منجـر مشـود. از دسـت دادن رطوبت خاک بر اثر خشکسالی و به دنبال آن از بین رفتن پوشش گیاهی نیز بروز مجدد پدیـده فرسـایش بـادی و بـه دنبال آن افزایش آلاینده‌های هوا را بـه دنبـال دارد. تـأثیر ایـن پدیـده بـر میـزان فتوسـنتز، تعـرق و سـایر فعالیت‌هـای فیزیولوژیکی گیاهان اثر منفی داشته و در دراز مدت باعث ضعیف شدن و از بین رفتن گیاهان می‌شود.

به‌هرحال، پدیده خشکیدگی جنگل‌های جهان را به‌ویژه در مناطق نیمه خشک فرا گرفتـه اسـت و بـه شـکل یـک نگرانی فراگیر کارشناسان مرتبط را به تکافو وا داشته است. خشکیدگی جنگل‌ها بر اثر تنش ناشـی از تغییـرات اقلیمـی علاوه بر اختلالات فیزیولوژیکی موجب فراوانی وقوع عوارض واسطه‌ای از جملـه آفـات و بیماری‌هـا و آتش‌سـوزی می‌گردد (آلن و همکاران[2]، ۲۰۱۰: ٦٨٤–٦٦٠).

اما مهم‌تر از علل و عوامل، پیامدهای ناشی از این روند بسیار نگران کننده است و همه بخـش‌هـای محـیط‌زیسـت، کشاورزی، منابع آب، اقتصادی- اجتماعی و حتی سیاسی از تبعات آن مصون نخواهند ماند. شکل بارز ایـن دگرگـونی بیابان‌زایی است که باز خود آن تشدید تغییرات اقلیمی، خشکیدگی بیشتر جنگل‌ها و گسترش دامنـه ریزگردهـا اسـت. بیابان‌زایی تخریب غیرقابل‌برگشت و توسعه شرایط بیابانی در مناطقی اسـت کـه بیابـان نیسـتند (لئوهـوئروس[3]، ۱۹۹٦:

1 Gerivani et al
2 Allen
3 Le Houérou

۱۸۵-۱۳۳). در شرایط طبیعی جنگل‌ها موجب تعدیل هوای پیرامون خود و افزایش بخار هوا شده که صعود آن موجب افزایش بارندگی می‌شود، اما با روند فعلی تخریب جنگل‌ها کاهش بارش و افزایش ریزگردها، در انعقاد و تراکم هسته‌های بارش اخلال وارد خواهد شد (روزنفلد[1] و همکاران، ۲۰۰۱: ۱۸۵-۱۳۳).

در این راستا، سناریوهای سازگاری و مقابله با تنش خشکی از مهم‌ترین راهکارهای مورد نظر در این زمینه است. بنابراین لازم است با بهره‌گیری از امکانات و قابلیت‌های طبیعی هر منطقه و تجارب و دستاوردهای انجام یافته به پایش و کنترل خشکیدگی مبادرت ورزید (فائو، ۲۰۱۰). این یعنی شرایط بحرانی و متفاوت از گذشته است و دخالت مدبرانه با "رویکرد مدیریت مستقیم جنگل" امری ضروری است. مدیریت مستقیم جنگل‌ها می‌تواند نقش مهمی در انعطاف پذیری آن‌ها در برابر شرایط اقلیمی داشته باشد (ری و همکاران[2]، ۲۰۱۰). در این راستا لازم است همزمان به سه مورد توجه داشت: ۱- کنترل عوامل تشدیدکننده تبخیر و تعرق و به هم زدن خاک از جمله شخم خاک کف جنگل، چرای شدید دام و آتش سوزی؛ ۲- مدیریت مهار انتشار آفات و بیماری‌ها؛ و ۳- حفظ رطوبت خاک.

مطالعات شیرانپور و همکاران (۱۳۹۱: ۸۳۱-۸۲۶)، نشان داد که حفظ دمای پایین خاک مثلاً در حد ٤ درجه سانتی‌گراد، رطوبت خاک به‌طور بهینه‌ای ذخیره خواهد شد. زارع و همکاران ۱۳۹۳: ۵-۱)، در این راستا، حفظ رطوبت و دمای پایین سطح خاک به‌منظور کاهش تبخیر و تعرق اساس راهکارهای مقابله با خشکیدگی درختان جنگلی است. بنابراین بایستی با دخالت مستقیم و فعالیت با تکیه بر توان و استعدادهای طبیعی، انسانی و اداری هر محل در این زمینه اقدام نمود.

تبدیل جنگل‌های زاگرس به زراعت دیم و متعاقباً شخم با گاوآهن برگردان دار یکی دیگر از عوامل نگران کننده تخریب این جنگل‌هاست. این نوع شخم به دلیل نقش مخرب در هدر رفت رطوبت خاک از طریق تشدید تبخیر و تعرق (افزایش سطح تماس)، افزایش ضریب تشعشع و انتشار کربن آلی در بسیاری از کشورها کنار گذاشته شده است. تحقیقات مورالو[3] (۲۰۱٤)، بر روی انواع روش‌های شخم در فرانسه نشان داد که نقش بی خاکورزی (شخم صفر) بر کاهش دمای سطح خاک و متعاقباً کاهش تبخیر و تعرق از طریق ایجاد آلبیدو قابل ملاحظه بوده و پیش بینی شده که با توسعه این نوع شخم در اراضی کشاورزی اروپا، می‌توان تا دو درجه از دمای سطح زمین در تنش‌های گرمایی بحرانی نظیر تابستان ۲۰۰۳ که ۱٤۰۰۰ نفر را کشت، کاست.

1 Rosenfeld
2 Ray
3 Morello

در کوتاه مدت، نجات درختان جنگلی مواجه با پدیده خشکیدگی از طریق جمع‌آوری و ذخیره رواناب در خاک با استفاده از سطوح آبگیر باران (مانند بانکت‌های منقطع هلالی شکل) مرود توجه جدی است. این کار مبتنی بر پژوهش بوده تا میزان اثرگذاری آن مشخص گردد.

هدف از ایجاد سطوح آبگیر رواناب سطحی[1] جمع‌آوری جریانات سطحی در اراضی با شیب متوسط و ذخیره آن در نیمرخ خاک برای استفاده گیاهان در مناطق خشک است. این تکنیک در مناطق نیمه‌خشک که با مشکلاتی از قبیل خشکسالی، کمبود آب و فرسایش شدید خاک مواجه‌اند نیز مورد توجه است. علی و همکاران[2] (۲۰۱۰: ۱۰٤–۹٦) تأثیرات سطوح آبگیر را با مساحت حدود ۱۳ تا ۵۰ متر مربعی را در نواحی خاورمیانه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که حجم رواناب جمع‌آوری شده بسته به شرایط بارندگی و مساحت سطح آبگیر بین ۵ تا ۱۸۷ مترمکعب در هکتار و معادل ۵ تا ۸۵ درصد بارش‌های رخ داده بود که به‌طور متوسط ۳۰ درصد کل بارش با آستانه بارشی ٤ میلی‌متر را شامل گردید.

بر اساس تحقیقات رحمان و همکاران[3] (۲۰۱٤: ۱۳۱۱–۱۳۰٤)، این کار در پاکستان موفقیت‌آمیز بوده است. صادقزاده (۱۳۹۰)، سطوح آبگیر لوزی شکل به ابعاد ۲/٦ متری را با تیمارهای کوزه سفالی، فیلتر سنگریزه‌ای و مواد جاذب رطوبت (مخلوط ماده آلی، پرلیت و خاک) را برای آبیاری درختان مثمر مورد آزمایش قرار داد و میزان رطوبت ذخیره شده را با دستگاه TDR[4] اندازه‌گیری نمود. نتایج این بررسی نشان داد که فیلتر سنگریزه عملکرد نسبتاً خوبی داشت. نتایج تحقیقات قیطوری و همکاران (۱۳۹۰)، نشان داد که سامانه‌های کوچک جمع‌آوری رواناب سطحی (لوزی شکل به ابعاد تقریبی ٤ متر مربع) نقش معنی‌داری در جمع‌آوری رواناب و افزایش رطوبت خاک داشتند. به‌طورکلی این روش‌ها مؤثر، کم‌هزینه و قابلیت اجرایی زیادی دارد. **هدف از اجرای این تحقیق یافتن رویکردهای مناسب سازگاری با شرایط خشکسالی برای مقابله با پدیده خشکیدگی بلوط بر اساس حفاظت از جنگل و استحصال آب باران و ذخیره آن در خاک بود** که با همکاری اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه در سه سال (۹٤–۱۳۹۲) به مرحله اجرا درآمد.

۲. منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در بخشی از جنگل‌های این استان انجام شد. مساحت جنگل‌های این استان حدود ۵۲۰ هزار هکتار بوده که برخوردار از تنوع اقلیمی، زمین‌شناسی، توپوگرافی و شرایط بهره‌برداری است. سایت انتخابی موسوم به "کله‌زرد" است که نام محلی یک کوه و روستای پای دامنه آن است که در ۱۰۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر

1 Micro-catchment water harvesting (MCWH)
2 Ali
3 Rehman
4 Time Domain Reflectometry

کرمانشاه قرار دارد (شکل ۱). راه دسترسی به این منطقه نسبتاً دشوار و بخشی از آن سنگلاخی و صعب‌العبور است. نزدیک به ۹۲ درصد این محدوده عرصه جنگلی است. مشاهدات میدانی بیانگر تخریب شدید و تبدیل آن به زراعت است. متوسط بارش سالانه و دمای هوا به‌ترتیب ٤٤٠ میلی‌متر ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مقایسه اجمالی نقشه‌های زمین‌شناسی و پوشش گیاهی منطقه زاگرس نشان می‌دهد که بخش وسیعی از این جنگل‌ها بر روی سازندهای مارنی (از جمله کشکان و امیران) واقع شده‌اند. نسبت زیاد رس و سیلت، فراوانی کانی اسمکتیت و توپوگرافی تپه‌ماهوری توأم با تخریب و تشدید فرسایش‌های لغزشی و خندقی از مهم‌ترین شاخص‌های آن‌هاست (حشمتی و همکاران، ۲۰۱۳: ۲۵۷–۲٤۸؛ زراعت‌پیشه و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۱٦–۳۰۳؛ اولیایی [1] و همکاران، ۲۰۰٦: ۸۱–٦۲).

۳. مواد و روش‌ها

تیمارهای مورد بررسی

این پژوهش در قالب طرح آزمایشی بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار بانکت+قرق، قرق، بانکت بدون قرق و شاهد با سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. کرت‌ها (پلات‌های ثابت) به ابعاد ۵۰×۳۰ متر با فاصله جانبی ۱۰ متر به موازات هم جهت دامنه تعبیه شدند تا اثرات رطوبتی پلات‌ها بر یکدیگر حذف گردد. اطراف هر کرت با استفاده از سنگ و خاک به شکل پشته مانندی محصور گردید.

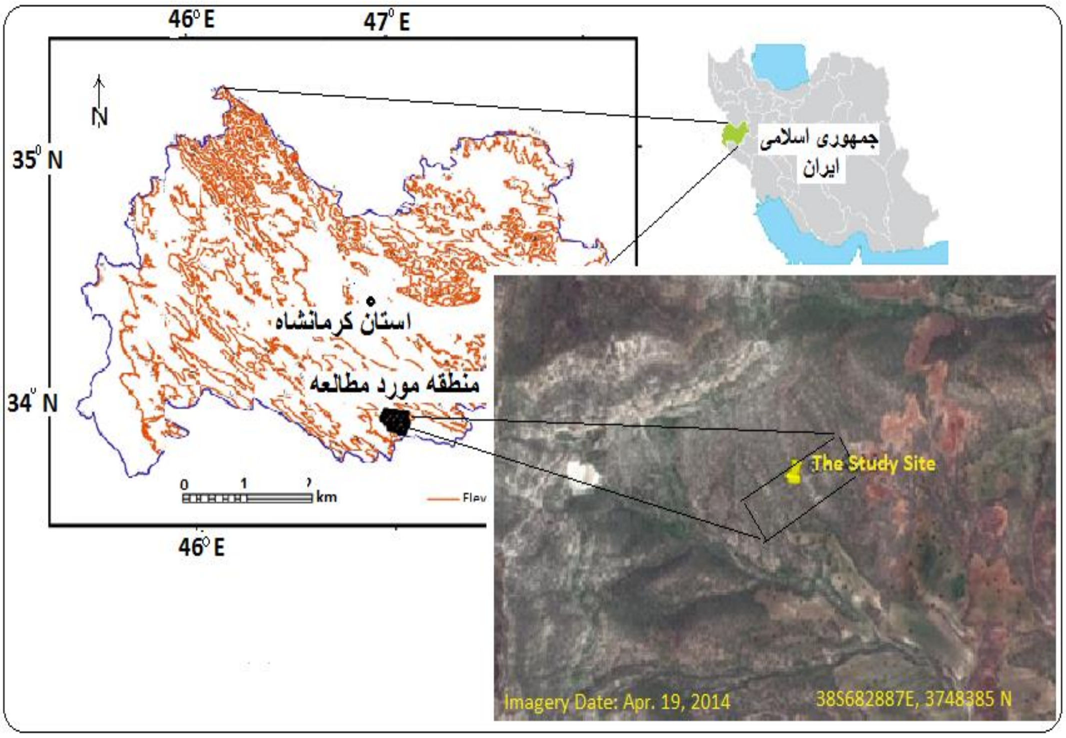
مشخصات بانکت‌های منقطع (هلالی شکل)

احداث بانکت‌های منقطع در عرصه‌های شیبدار، به‌ویژه منابع طبیعی حداکثر رواناب را در خود ذخیره نموده و به‌تدریج در جهت زهکش طبیعی دامنه به شکل جریان زیرقشری [2] در دسترس ریشه گیاه قرار می‌دهد. افزون بر این، احداث آن ساده بوده و حداقل جابجایی خاک را به دنبال دارد، زیرا باید از احداث آن‌ها در محل عارضه‌های کوچک کف جنگل از جمله برونزدگی، بوته و درختچه خودداری نمود (شکل ۲). به همین دلیل ابعاد و فاصله آن‌ها را می‌توان بر حسب شرایط طبیعی تا حدودی تغییر داد تا کمترین جابجایی خاک را سبب گردد. رطوبت خاک بانکت-ها با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج (TDR) در سه نقطه داخل بانکت، دیواره بانکت و شاهد اندازه‌گیری شد.

روش تجزیه آماری

تجزیه آماری داده‌های حاصل از نتایج این تحقیق شامل آمار توصیفی و مقایسه میانگین داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد.

1 Owliaie
2 Hypodermic



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه



شکل ۲. ابعاد و فاصله بانکت‌های هلالی ذخیره رواناب سطحی در پلات‌های جنگل بلوط

٤. نتایج و بحث

مشخصات بانکت‌های احداث شده (سطوح آبگیر باران)

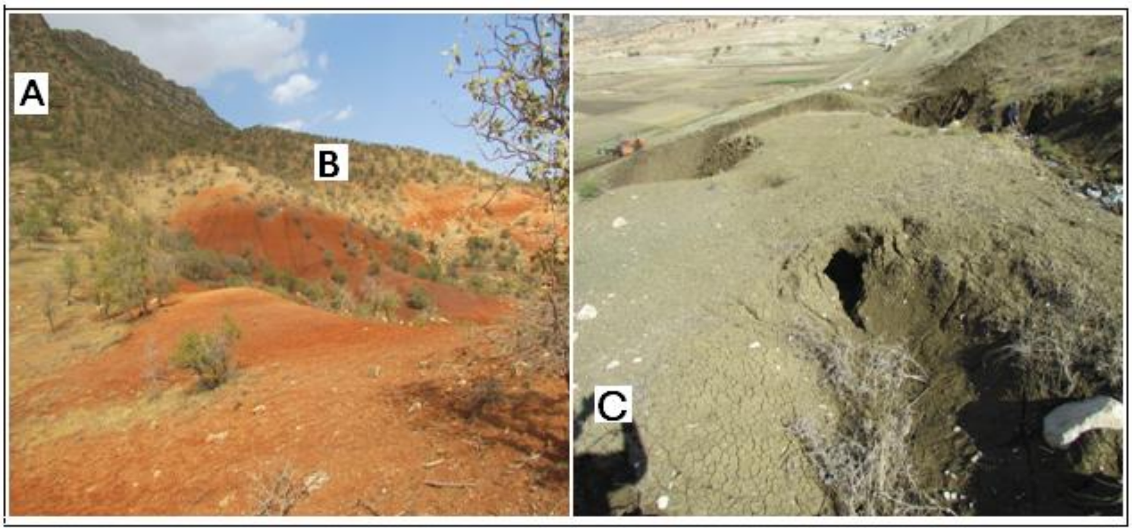
بانکت‌ها به‌طور منقطع، زیگزاگی و جذبی ایجاد شدند تا حداکثر رواناب را جمع‌آوری کنند و دیوراه آن‌ها با سنگ‌های سطحی و شاخه‌های خشک کف پوشانده شد تا حداکثر استحکام توأم با حداقل جابجایی خاک بوجود آید. سعی گردید بانکت‌ها در بالادست درختان احداث شود تا از طریق جریان زیرقشری در اختیار ریشه درختان قرار گیرد. در مجموع بسته به شرایط توپوگرافی و تراکم درختان، طول بانکت‌ها حدود هفت متر (در کناره‌ها به سمت بالادست کشیده شدند) با فواصل تقریبی چهار متر از هم احداث شدند (شکل ۲).

روند کاهش خشکیدگی بر اثر اعمال تیمارها

تیمار بانکت هلالی+قرق، موجب کاهش خشکیدگی و احیاء تعدادی از پایه‌های خشکیده شد (به ترتیب ۳۷ و ۱۹ پایه در هکتار) که حاصل آن‌ها نجات ۵۷ پایه درختی در هکتار بود (جدول ۱). همچنین تیمار قرق موجب کاهش شدت خشکیدگی ۵/۵ پایه در سطح پلات (۳٦ پایه در هکتار) در مقایسه با تیمار شاهد گردید. تأثیر تیمار بانکت به تنهایی (بدون قرق) در کاهش خشکیدگی ٦ پایه در هکتار است. اعمال این تیمار اهمیت قرق برای مصون ماندن خاک و پوشش گیاهی از روند تخریب و در نتیجه حفظ رطوبت خاک است. نهایتاً، اعمال تیمار شاهد نشان داد که همزمان با تشدید خشک‌سالی‌ها روندی تشدیدی داشت که به‌طور متوسط ۳٤ پایه درختی بعداز ۳ سال بود.

مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که تبدیل جنگل به دیمزار و متعاقباً شخم در جهت شیب با گاوآهن برگرداندار شکل غالب تخریب جنگل‌ها در این نواحی هستند. این مسئله یک معضل مهم محیطزیستی رو به گسترش است که علاوه بر فرسایش، هدر رفت کربن آلی، موجب تشدید خشکیدگی و تبخیر و تعرق نیز می‌گرد (پولیاکف و لل[1]، ۲۰۰۸: ۲۲۲–۲۱٦). مطالعات نگاسا[2] و همکاران (۲۰۱۵: ۷٤–٦٤)، نشان داد که کناره‌های خاک شخم بسته به دما و موقیعت توپوگرافی بیشترین نقش را در رها سازی کربن آلی، عناصر غذایی و رطوبت دارند که با افزایش دما نیز افزایش می‌یابد. مسلماً این کار در اراضی شیبدار شدیدتر بوده و بعد از شخم حدود نیمی از کربن آلی خاک در کمتر از ۱۰۰ روز به هوا انتشار می‌یابد. **همچنین** تیمارهای بانکت+قرق و قرق منجر به افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک شدند. همچنین تیمار قرق بیشترین روند بهبودی جرم مخصوص ظاهری خاک به عنوان شاخص مهم در ذخیره رطوبت گردید.

1 Polyakov and Lal
2 Negassa



شکل ۳- سازندهای منطقه مورد تحقیق: A= سازند شهبازان، B= سازند مارنی کشکان (نزدیک به پلات‌های آزمایشی) و C= سازند مارنی امیران (در حدود ۷ کیلومتری پلات‌ها) آثار تخریب و شخم در این نواحی جنگلی مشهود است.

جدول ۱. مقایسه تغییرات کربن آلی خاک تیمارهای در ابتدای شروع پژوهش و سه سال بعد از آن

متغیر مورد بررسی	سال	قرق+ بانکت هلالی	قرق	بانکت هلالی	شاهد	**Pr > F****
(٪)کربن آلی	سال اول*	2.35 (a)	2.40 (a)	1.90 (a)	1.80 (a)	0.156
	سال سوم	3.25 (a)	2.90 (ab)	2.05 (b)	1.90 (b)	0.042
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	سال اول*	1.460 (a)	1.321 (a)	1.272 (ab)	1.510 (a)	0.0773
	سال سوم	1.430 ba)	1.215 (b)	1.292 (ba)	1.504 (a)	0.0473
رطوبت خاک (٪)	سال اول*	16.53 (a)	16.83 (a)	14.57 (a)	13.48 (a)	0.1590
	سال سوم	19.167 (a)	18.713 (a)	11.950 (b)	9.217 (b)	0.0023
تعداد پایه‌های خشکیده احیاء شده در هکتار	سال اول*	–	–	–	–	–
	سال سوم	19	–	–	–	-
کاهش شدت خشکیدگی (پایه در هکتار)	سال اول*	–	–	–	–	–
	سال سوم	36.7	35.8	6.0	–33.5	–

*ابتدای شروع پژوهش، **اعداد با حروف الفبای غیر همسان دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند

رویکردهای مناسب مدیریت بحران خشکیدگی جنگل‌های زاگرس

خشکیدگی درختان بلوط معلول عوامل مختلفی است که می‌توان آن‌ها را به سه دسته طبیعی، تشدیدی (انسانی) و بینابینی نسبت داد (جدول ۲). با توجه به نتایج این تحقیق، احداث بانکت به تنهایی در کنترل پدیده خشکیدگی جنگل‌ها تأثیر چندانی ندارد و اعمال دو تیمار بانکت+ قرق و قرق به ترتیب اهمیت راهکارهای مناسب جذب رواناب و حفظ رطوبت خاک برای مقابله با خشکیدگی درختان جنگلی هستند. در این ارتباط، مهم‌ترین رویکردهای مناسب مدیریتی به شرح زیر می‌باشد:

رویکرد سازگاری (تطبیقی)[1]

معمولاً کنترل تغییرات آب و هوایی از دسترس خارج است و مقابله با آن مبتنی بر سازگاری و انطباق است. تغییرات اقلیمی به‌ویژه در یک دهه اخیر بر مبنای کاهش مقدار میانگین بارش سالانه، افزایش شاخص‌های حدی آب و هوا، کاهش بارشهای بهاره، کاهش تعداد روزهای یخبندان و افزایش تبخیر و تعرق است که همچون مهمان ناخوانده‌ای چاره‌ای جز کنار آمدن با آن وجود نداشته و باید با بررسی امکانات محلی، گردآوری تجربیات جامعه محلی و تداوم پژوهش‌های کاربردی در سطح محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی به راهکارهای سازگار با تغییرات اقلیمی برای حفظ این جنگل‌ها همت گماشت. منطق و محور سازگاری مبتنی بر موارد زیر خواهد بود:

- عدم افزایش تبخیر و تعرق؛
- جمع‌آوری و ذخیره جریانات سطحی در خاک؛ و
- عدم جابجایی خاک (شخم و کاربرد ماشین‌آلات سنگین)

سامانه‌های جمع‌آوری آب باران که بانکت‌های هلالی بخشی از آن‌ها هستند از جمله راهکارهای مناسب و کم هزینه در این زمینه، به‌ویژه برای حفظ درختان ارزشمند جنگلی است که در این تحقیق برای اولین بار در مقیاس پلات‌های آزمایشی استفاده شد. این سطوح بیشترین رطوبت را در خود ذخیره می‌نمایند (حسینی و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۸۵-۱۳۳). در مواردی نیز حتی آبیاری درختان ارزشمند نیز لازم است (گوردون[2] و همکاران، ۲۰۱۳: ۳۲۱-۳۱٤).

۲- رویکرد تغذیه آب‌های زیرزمینی در فصل بارش با بانکت‌های هلالی: به نظر می‌رسد که با توجه به شرایط زمین‌ساخت زاگرس (به‌ویژه زاگرس چین خورده) که بخش زیادی از جنگل‌های بلوط بر روی آن پراکنش دارد، تخلیه منابع آب زیر سطحی تشدید استحصال آب زیرزمینی پایین دست علاوه بر کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، موجب تشدید خشکیدگی نیز می‌شود که به‌نوبه خود مستلزم تحقیقات بیشتری است. اما تغذیه آبهای زیرزمینی در پایین دست جنگل‌های زاگرس از طریق حفظ پوشش گیاهی، چاهک‌های تغذیه و سطوح آبگیر باران در فصل

---

1 Adaptation approach
2 Gordon

زمستان را بایستی یک رویکرد قابل تأمل به‌منظور کاهش شیب جریان زیرقشری و تخلیه سریع آن در ناحیه ریشه درختان جنگلی محسوب نمود.

۳- رویکرد اصلاح شخم: شخم متداول فعلی در سطح دیمزارها و زراعت‌های لکه‌ای منطقه زاگرس عامل اصلی تخریب جنگل، فرسایش مخاطره آمیز خاک و پیامدهای برون حوزه‌ای بعدی (گرمایش جهانی، ریزگرد محلی، تشدید تبخیر و تعرق، آلودگی منابع آب پایین دست و ..) است. اصلاح این شخم با بهره‌گیری از ظرفیت‌های قانونی، مالی و آموزشی از ضرورت‌های کلیدی به‌منظور حفاظت جنگل‌های مشرف بر زمین‌های کشاورزی است. امروزه شخم با گاوآهن برگردان‌دار[1] رفته رفته کنار گذاشته شده و شخم‌های حفاظتی و حداقل شخم برای پایداری کشاورزی و سازگاری با تغییرات اقلیمی مورد توجه جدی است. بر اساس آخرین نتایج تحقیقات آکادمی ملی علوم فرانسه (مورلو[2]، ۲۰۱٦)، نقش شخم‌های حفاظتی و به‌ویژه نوع بی‌خاکورزی[3] علاوه بر افزایش محصول، در کاهش دمای سطح خاک و متعاقباً کاهش تبخیر و تعرق از طریق ایجاد آلبیدو قابل ملاحظه بوده و پیش بینی شده که با توسعه این نوع شخم در اراضی کشاورزی اروپا، می‌توان تا دو درجه از دمای هوا کاست که معادل موج گرمای کشنده تابستان ۲۰۰۳ که ۱٤۰۰۰ نفر را کشت، خواهد بود.

٤- رویکرد حفظ عرصه‌های منابع طبیعی: امروزه بر خلاف گذشته چرای دام مانند گذشته عامل کلیدی تخریب منابع طبیعی نیست و تغییر کاربری به دلایل مختلف از جمله نبود نظارت، وضعیت فعلی مدیریت اراضی ملی، اعمال نفوذ اشخاص حقیقی و حقوقی، آتش‌سوزی و زغال گیری عوامل اولویت دار تخریب این میراث همگانی[4] هستند. این روند با قوانین جاری خرید و فروش اراضی مشاع، تغییرات اقلیمی (خشک شدن تالاب‌ها و حاشیه رودخانه‌ها و تبدیل آن به اراضی زراعی) و قانون بهره‌وری فعلی (اراضی تداخلی) شتاب بسیار زیادی گرفته است.

خوشبختانه یکی از خدمات برجسته سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری که در گذشته وجود داشته ممیزی اراضی ملی، به‌ویژه قبل از دهه ۱۳۸۰ می‌باشد. این اسناد ارزشمند هویت اصلی عرصه‌های ملی، به‌ویژه جنگل‌ها هستند و می‌توان بر مبنای آن نسبت به احیا و بازسازی جنگل‌ها برنامه‌ریزی نمود. درست کاری که در کشورهای دارای جنگل شروع شده است. گزارش فائو (۲۰۱٦)، در این زمینه نشان می‌دهد که اقدامات جهانی حفظ جنگل‌ها رو به گسترش است و شدت تخریب نیز در دهه ۲۰۱۰ نسبت به دهه قبل در کشورهای اروپایی، امریکا، چین، برزیل و هند کاهش یافته است. یکی دیگر از کارهای در خور توجه ایجاد خط تنسیق در مرز عرصه‌های جنگلی و

1 Moldboard plow
2 Morello
3 No-till
4 Heritage

اراضی کشاورزی است. بررسی‌های میدانی در استان کرمانشاه نشان داد که اجرای ایـن پـروژه در بیشـتر مـوارد موفـق بوده است و اجرای دقیق آن‌ها نقش قابل ملاحظه‌ای در حفاظت از جنگل‌های زاگرس خواهد داشت.

تغییر کاربری، شخم و سوزاندن بقایای گیاهی سه عامل کلیدی تغییرات منفی در جرم مخصـوص ظـاهری، مـاده آلی و پایداری خاکدانه‌ها هستند (بلنکـو و لـل[1]، ۲۰۰۸). مطالعـات حشـمتی و همکـاران (۲۰۱۵)، بـا اسـتفاده از فـن زمین‌آمار نشان داد که تبدیل جنگل‌های زاگرس به دیمزار موجب تغییر معنی‌دار در سه ویژگی مـورد اشـاره گردیـد و تغییرات مکانی آن‌ها در دیمزار به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت.

۵- رویکرد تجهیز ادارات کشاورزی و منابع طبیعی دهستان‌ها به وسایل و امکانـات کـافی و مناسـب بـرای پایش میدانی مورد نیاز به‌منظور کاهش تخریب و مهار آتش‌سوزی. متاسـفانه امکانـات فعلـی جوابگـوی ایـن کـار نبوده و لازم است که کارشناسان و نیروهای محافظ در سطح دهستان‌ها با امکانات مناسـب حضـور داشـته باشـند. بـه عبارت دیگر بهتر است در هریک از اداره‌های جهاد کشاورزی در سطح دهستان‌هـا، اداره منـابع طبیعـی بـا تجهیـزات کافی و ایجاد انگیزه‌های مناسب اداری و دستمزد برای نیروهای اجرایی مستقر گردد.

٦- رویکرد جنگل‌کاری و واکاری در عرصه‌هایی تخریب یافته با همان گونه‌ها

مشاهدات میدانی نشان داد که خشکیدگی در برخی نقاط از جملـه کنـاره لغـزش‌هـا، حاشـیه اراضـی کشـاورزی، زراعت‌های لکه‌ای داخل جنگل، نقاط آتش گرفته در سالیان قبل و محل اطراق عشـایر شـدیدتر اسـت. ایـن نقـاط در صورت لزوم می‌تواند مورد جنگل‌کاری مجـدد[2] (واکـاری) بـا گونـه‌های بـومی همـان محـل قـرار گیـرد. برخـی از راهکارهای مناسب در زمینه مهار آفات و بیماریهایی که خشک شدن درختان جنگلی را تشدید می‌کنند بـه شـرح زیـر است. این کار مبتنی بر شناسایی بخشیهایی از جنگـل و درختـان مقـاوم بـه خشـکی و تهیـه نهـال از بـذر آن‌هاسـت (کلارک[3] و همکاران، ۲۰۱٦: ۲۳۵۲-۲۳۲۹)و :

۱- "کف‌بری" درختنان خشکیده (راهکاری نسبتاً مناسب و مشروط)؛

۲- مبارزه بیولوژیکی بر مبنای شناسایی پارازیت‌های طبیعی؛

۳- بهره‌گیری احتیاط آمیز و محدود از مبارزه شیمیایی؛

٤- جلب نظرات کارشناسی صاحب‌نظران داخلی و کارشناسان فائو در این زمینه؛ و

٤- بهره‌گیری از تجربیات جوامع محلی (جنگل‌نشینان).

پژوهش در مورد مبارزه بیولوژیکی و شیمیایی نیز باید بر مبنای شناسایی پارازیت‌های طبیعی با بررسـی‌هـای دقیـق میدانی و حتی تجربیات ساکنین محلی استوار باشد. همچنین لازم است دولـت اهتمـام بیشـتری در ایـن زمینـه داشـته

1 Blanco and Lal
2 Re-forestation
3 Clark,

باشد. پایداری محیط زیست و کاهش مخاطرات ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و تخریب منابع طبیعی مستلزم برنامه‌ریزی و سرمایه‌گزاری دولت‌ها است (بال[1]، ۲۰۱۲: ۸۷–٦٦).

۵. نتیجه‌گیری

بر پایه نتایج این پژوهش، احداث بانکت‌های هلالی توأم با قرق (تیمار بانکت هلالی+قرق) که برای اولین بار در جنگل‌های زاگرس در مقیاس پلات مورد ارزیابی قرار گرفت، منجر به ذخیره رطوبت خاک می‌شود. این کار در قالب تیمار بانکت+ قرق دو نقش "احیاء پایه‌های خشکیده" و "کاهش روند خشکیدگی" را به‌دنبال دارد که در این تحقیق مجموع آن نجات ۵۷ پایه درختی در هکتار بود. این اثرات از طریق افزایش ماده آلی خاک و کاهش مناسب جرم مخصوص ظاهری است که زمینه اصلی ظرفیت نگهداری رطوبت را فراهم می‌نماید.

تیمار قرق (بدون بانکت) نیز در کاهش روند خشکیدگی مؤثر بود و رتبه آن بعد از تیمار بانکت+قرق است این تأثیر حدود ۳۸ پایه در هکتار است. بنابراین حتی با قرق مناسب و مدیریت شده نیز می‌توان نسبت به کنترل خشکیدگی اقدام نمود. در مقابل، تیمار بانکت (بدون قرق) در کنترل روند خشکیدگی در مقایسه با تیمار بانکت+ قرق و تیمار قرق کمتر بوده و صرفاً شدت خشکیدگی را در مقایسه با تیمار شاهد کاهش می‌دهد. بنابراین، هر اقدام اصلاحی در جنگل بدون حفاظت (قرق) کارایی جندانی ندارد، زیرا بدون قرق بر اثر چرای دام، شخم و سایر فعالیت‌های تخریبی بازدهی خود را از دست خواهد داد.

بر پایه نتایج این پژوهش فائق آمدن بر خشکیدگی جنگل‌های زاگرس مستلزم مدیریت مستقیم و جامع آن‌ها با اتخاذ رویکردهایی مبتنی بر حفظ رطوبت خاک، سازگاری با شرایط خشکسالی و حذف عوامل تخریب، به‌ویژه عوامل برهم زدن نیمرخ خاک مانند شخم و کاربرد ماشین‌آلات سنگین، چرای مفرط، زغال‌گیری و قطع درختان در عرصه‌های جنگلی است. اساس این رویکردها سازگاری با شرایط خشکسالی، حذف عوامل تشدید خشکیدگی و تداوم پژوهش‌های بیشتر است. نتیاج اتخاذ این رویکردها نیز در نهایت جمع‌آوری رواناب و کاهش تبخیر و تعرق خاک با شیوه‌هایی چون ایجاد سامانه‌های جمع‌آوری باران و حفظ ماده آلی خاک در در بر می‌گیرد. این رویکردها راه‌حل‌هایی کوتاه مدت، با هزینه کم و کارایی بیشتر است که لازم است تمهیدات لازم برای عملیاتی نمودن آن‌ها در محدوده‌جنگلی به شکل پایلوت تکمیل گردد.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه به ترتیب در تأمین اعتبار، تصویب و همکاری در اجرای این پروژه تحقیقاتی تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

1 Ball

جدول۲. عوامل خشکیدگی و رویکردهای مقابله با پدیده خشکیدگی جنگل‌های زاگرس

عوامل خشکیدگی جنگل‌های زاگرس	شاخص‌ها	رویکردهای سازگاری و مقابله خشکیدگی
۱- عوامل طبیعی	- کاهش میانگین بارش سالانه؛	۱- رویکرد سازگاری[1] با تغییرات آب و هوایی در راستای عدم افزایش تبخیر و تعرق، جمع‌آوری و ذخیره جریانات سطحی با سامانه‌های جمع‌آوری رواناب سطحی و عدم جابجایی خاک با ماشین‌آلات سنگین
	- افزایش مقادیر حدی آب و هوا (دمای حداکثر و ...)	
۲- عوامل تشدیدی (انسانی)	- استحصال منابع آب زیرزمینی*	۲- رویکرد تغذیه آبهای زیرزمینی در فصل بارش
	- شخم کف جنگل (عامل تشدید تبخیر رطوبت خاک و هدر رفت کربن آلی، و تشدید تبخیر و نیز تشدید پدیده ریزگرد).	۳-رویکرد اصلاح شخم موجود به عنوان یکی از معضلات اراضی کشاورزی مجاور و سطح جنگل‌های زاگرس
	معضل تغییر کاربری قانون بهره‌وری و واگذاریهای فعلی	٤- رویکرد حذف عوامل تخریب جنگل‌ها و حفظ عرصه‌های آن بر اساس اسناد ارزشمند ممیزی اراضی و ایجاد خط تنسیق ۵- رویکرد تجهیز ادارات کشاورزی و منابع طبیعی دهستان‌ها به تجهیزات مهار آتش‌سوزی
	- آتش سوزی و زغالگیری (عامل تشدید خشکیدگی) - قطعه قطعه شدن جنگل‌های یک منطقه[2]**	٦- رویکرد جنگل‌کاری و واکاری در عرصه‌هایی تخریب یافته با همان گونه‌ها
۳- عوامل ثانویه (آفات و بیماری‌ها)	احتمالاً تنش‌های خشکی و کاهش مقاومت درختان و تغییر در غلظت شیرابه آوندهای درختان زمینه هجوم آفات و بیماری‌ها را فراهم می‌کند.	۷- رویکرد جامع‌نگری مهار آفات و بیماری و شناسایی پایه‌های مقاوم به خشکی (پژوهش بیشتر)

* در منطقه زاگرس، به‌ویژه زاگرس چین‌خورده دشتها و کوههای اطراف آن‌ها به شکل ناودیس و تاقدیس قرار دارند. کوه‌ها و تپه‌ها به لایه‌های رسوبی دشتها منتهی شده و به همین دلیل جریانات زیر قشری[3] آن‌ها نیز به سمت رسوبات کف دشتهاست. با برداشت بی‌رویه فعلی منابع آب این دشتها، شیب جریانات زیرقشری زیاد شده و به دلیل لایه‌های آهکی متخلخل به سرعت زیادتر از ریشه نفوذ درختان جنگلی خارج خواهند شد.

** تغییر کاربری علاوه بر تخریب جنگل، باقی مانده آن را نیز از یکپارچگی خارج خواهد کرد که در این صورت سطح تماس جنگل با محیط زیاد شده (نسبت محیط به مساحت افزایش می‌یابد) که نهایتاً کلیت جنگل یک منطقه به عنوان زیستگاه گیاهان و جانوران آسیب خواهد دید. این آسیب‌دیدیگی در کناره‌ها (محل تماس با سایر کاربری‌ها) بیشتر است (نیوتن[4]، ۲۰۰۷).

---

1 Adaptation approach
2 Fragmented forests
3 Hypodermic
4 Newton

کتابنامه

بهمنش، جواد؛ آزاد طلاتپه، نسرین؛ منتصری، مجید؛ رضایی، حسین و خلیلی، کیوان؛ ۱۳۹٤. اثر تغییر اقلیم بر تبخیر- تعرق مرجع، کمبود بارندگی و کمبود فشار بخار هوا در ارومیه. نشریه دانش آب و خاک. شماره۲۵ (۲). صص ۹۱-۷۹.

بی‌نام، ۱۳۹۲. علل خشکیدگی جنگل‌های زاگرس. سه‌شنبه ۱ بهمن ۱۳۹۲ - ۰۹:۵۳خبرگزاری مهر (شناسه خبر ۲۲۱۸۲۸٦).

جلالی نادر؛ داودی محمد هادی و ایران منش، فرزاد؛ ۱۳۸۹. منشاءیابی طوفان‌های گرد و غبار مناطق غرب و جنوب غرب کشور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. گزارش نهایی طرح تحقیقات به شماره ثبت ۸۹/۱٦۲۸ ، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

زارع، حمید؛ مبین، خلیل و حسن پور، ابوالقاسم؛ ۱۳۹۳. روش نگهداری درخت انجیر دیم در شرایط خشکسالی، مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان فارس، گزارش شماره ۵-۱.

زراعت‌پیشه، مجتبی؛ خرمالی، فرها؛ کیانی، فرشاد و پهلوانی، محمدهادی؛ ۱۳۹۱. مطالعه کانی‌های رسی در خاکهای تشکیل شده بر روی مواد مادری لسی در یک توالی اقلیمی در استان گلستان. مجله پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)، شماره الف (۲٦). صص۳۱٦-۳۰۳.

سپهوند، کیوان؛ ۱۳۹۲. قاچاق بذر بلوط به کشورهای حاشیه خلیج فارس/ تهدید تازه برای بلوطها و سنجاب‌های زاگرس (کارشناس اداره حقوقی اداره کل محیط زیست استان لرستان). خبرگزاری مهر به نقل از خبرگزاری فارس (شناسه خبر: ۲۱۸٦۰۸۲ - دوشنبه ۱۱ آذر ۱۳۹۲ – ۰۸:٤۵)

شیرانپور، بهارک؛ بهرامی، امیر و شعبانپور، محمود؛ ۱۳۹۱. تأثیر تغییر کاربری جنگل به باغ چای بر حاصلخیزی خاک در استان گیلان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). شماره ٤. صص ۸۳۱-۸۲٦.

صادقزاده، محمد ابراهیم؛ زارع‌زاد ریحانی، رضا؛ فرجنیا، حیدر؛ ۱۳۹۰. بررسی روش‌های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در سامانه‌های سطوح آبگیر لوزی شکل در ایستگاه خواجه. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری (گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی به شماره ثبت ۳۹۹۱۸ سازمان آموزش و تحقیقات کشاورزی).

قیطوری، محمد؛ حشمتی، مسیب و پرویزی،یحیی؛ ۱۳۹۰. بررسی کارایی سه سامانه جمع آوری رواناب باران در تولید آب در استان کرمانشاه. اولین کنفرانس ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران. تهران اردیبهشت ۱۳۹۰.

محمّدی، حسین و تقوی، فرحناز؛ ۱۳۸٤. روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۳ (پاییز). صص ۱۵۱-۱۷۲.

Abahussain, A. A., Abdu, A. S., Al-Zubari, W. K., El-Deen, N. A., & Abdul-Raheem, M. (2002). Desertification in the Arab region: Analysis of current status and trends. *Journal of Arid Environment, 51*(4), 521–545.

Ali, A., Yazarb, A., Aalc, A. A., Oweisd, A., & Hayekd, P. (2010). Micro-catchment water harvesting potential of an arid environment. *Agricultural Water Management, 98*(1), 96–104.

Allen, C. D., Macalady A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, M., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., & Breshears, D. (2010). A global overview of drought & heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology & Management, 259*(4), 660–684.

Ball, B. C. (2012). No-till in northern, western & south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil & Tillage Research, 118*, 66-87.

Blanco, H., & Lal, R. (2008). *Principles of soil conservation and management*. New York: Springer.

Clark, J. S., Iverson, L., Woodall, C. W., Allen, C. D., Bell, D. M., Bragg, D.C., D'Amato, A.W., Davis, F.W., Hersh, M.H., Ibanez, I., Jackson, S.T., Matthews, S.1., Pederson, N., Peters, M.,,Schwartz, M.W.,Waring, K.M., Zimmermann, N.E..(2016). The impacts of increasing drought on forest dynamics, structure, and biodiversity in the United States. *Global Change Biology, 22*(7), 2329–2352.

FAO. (2010). Global Forest Resources Assessment 2010, Forestry Paper, Main report (163), Rome. http://www.fao.org/home/en

FAO. (2016). Global Forest Resources Assessment 2015; How are the world's forests changing? (2nd ed.). Rome. http://www.fao.org/home/en

Gerivani, H., Lashkaripour, G. R., Ghafoouri, M., & Jalali, N. (2011). The source of dust storm in Iran: A case study based on geological information and rainfall data. *Carpathian Journal of Earth & Environmental Sciences, 6*(1), 297– 308.

Gordon, E., Grant, C. L., & Allen, C. D. (2013). Watering the forest for the trees: An emerging priority for managing water in forest lascapes. *Frontiers in Ecology & the Environment, 11*(6), 314-321.

Heshmati, M., Gheitury, M., Parvizi, Y., & Hosseini, M. (2015). Effect of converting forest to rainfed on spatial variability of soil chemical properties in the Zagros Forest, West Iran. *Ecopersia, 3*(4), 1161-1174.

Heshmati, M., Majid, N. M., Shamshuddin, J., Ghaituri, M., & Arifin, A. (2013). Effects of soil & rock mineralogy on soil erosion features in the Merek Watershed, Iran. *Journal of Geographic Information System, 5,* 248-257.

Le Houérou, H. N. (1996). Climate change, drought & desertification. *Journal of Arid Environments, 34*(2), 133-185.

Malekian, R., Namiranian, M., & Feghhi. J. (2013). Studding the effective factors in selection of understory farming and their effects on forest using GIS. *GIS Development*, http://geospatialmedia.net

Miri, A., Ahmadi, H., Ghanbari, A., & Moghaddamnia, A. (2007). Dust storm impacts on air pollution and public health under hot and dry climate. *International Journal of Energy & Environment, 1*(2), 101-105.

Morello, L. (2014). Unploughed fields take edge off heatwaves. No-till agriculture could cool Europe's hottest days by up to two degrees. Nature, No: 2014.15438. doi:10.1038/nature

Negassa, W., Price, R., Basir, A., Snapp, S., & Kravchenko, A. (2015). Cover crop and tillage systems effect on soil CO_2 and N_2O fluxes in contrasting topographic positions. *Soil & Tillage Research, 154,* 64–74.

Newton, A. C. (2007). Biodiversity & conservation in fragmented forest landscapes. CABI Publishing.

Owliaie, H. R., Abtahi, A., & Heckr, R. J. (2006). Pedogenesis & clay mineralogical investigation of soils formed on gypsiferous & calcareous materials, on a transect, southwestern Iran. *Geoderma, 134*(1-2), 62-81.

Polyakov, V. O., & Lal, R. (2008). Soil organic matter and CO_2 emission as affected by water erosion on field run-off plots. *Geoderma*, *143*(1-2), 216-222.

Rehman, O., Rashid, R., Kausar, R., & Alvi, S. (2014). Microcatchment techniques for efficient utilization of stored rain water, *International Journal of Agriculture and Crop Science. 7*(13), 1304-1311.

Rey, F. (2003). Influence of vegetation distribution on sediment yield in forested Marly Gullies. *Catena*, *50*(2-4), 549–562.

Rosenfeld, D., Rudich, Y., & Lahav, R. (2001). Desert dust suppressing precipitation: A possible desertification feedback loop. *Geophysics*, *98*(11), 5975-5980.

Sepahvnd T., & Z&ebasiri, M. (2014). Evaluation of oak decline with local resident, opinions in Zagros forests, Iran. *Scholarly Journal of Agricultural Science*, *4*(4), 231-234.